

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 316 409 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
04.06.2003 Patentblatt 2003/23

(51) Int Cl.7: **B29C 70/24**, B29C 65/00,  
F16F 7/00, B60R 19/03

(21) Anmeldenummer: 02025970.1

(22) Anmeldetag: 21.11.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 01.12.2001 DE 10159067

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• Bechtold, Michael  
71297 Mönsheim (DE)  
• Drechsler, Klaus, Dr.  
83620 Feldkirchen-Westerham (DE)  
• Maidl, Franz  
94574 Wallerfing (DE)  
• Möltgen, Bruno  
Gulldford Surrey, GU1 1BW (GB)  
• Strachauer, Frank  
82319 Starnberg (DE)

(54) **Faserverbund-Crashstruktur**

(57) Die Erfindung betrifft ein Faserverbund-Crashstruktur.

Aufgabe ist es hierbei, eine derartige Struktur mit optimal reproduzierbarem Crashverhalten und Strukturintegrität bei gleichzeitiger kostengünstiger Herstellung zu schaffen.

Erfindungsgemäß umfasst die Faserver-

bund-Crashstruktur einen ganz oder teilweise aus Faserverbundwerkstoff hergestellten Hohlkörper, wobei innerhalb des Hohlkörpers im wesentlichen in dessen Längsrichtung verlaufend ein Stegelement angeordnet ist, wobei das Stegelement mit dem Hohlkörper im wesentlichen im Berührungsbereich von Stegelement und Hohlkörper derart miteinander verbunden ist, dass die Struktur durch Verstärkungselemente verstärkt ist.

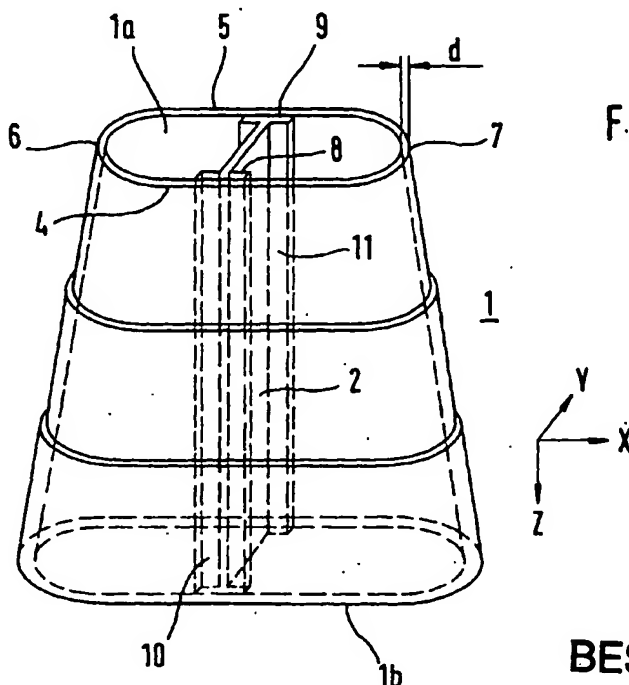


Fig. 1

**BEST AVAILABLE COPY**

EP 1 316 409 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Faserverbund-Crashstruktur, insbesondere für einen Kfz-Längsträger, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Crashstrukturen, Deformationselemente und Energieabsorber werden im Fahr- und Flugzeugbau sowie in der Bahn- und Hubschraubertechnik zur Erhöhung der Sicherheit in vielfältigen Bauformen und an verschiedenen Stellen eingesetzt. Diese energieabsorbierenden Bauteile bestehen beispielsweise aus Stahl oder Aluminiumblech bzw. Alu-Strangpressprofilen. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren vermehrt Faserverbundwerkstoffe eingesetzt, primär auf Grund der damit verbundenen Möglichkeit der Gewichtseinsparung.

**[0003]** Bei Kraftfahrzeugen haben sich insbesondere im Front- und Heckbereich Deformationselemente mit rohrförmigem Aufbau bewährt. Eine derartige rohrförmige Struktur ist z. B. aus der DE 30 49 425 A1 bekannt. Hierbei weist das als offener Hohlkörper ausgebildete Crashschutzbauteil zur irreversiblen Energieaufnahme bei Druckbelastungen in Längsrichtung eine netzwerkförmige Mantelfläche aus einem Faserverbundstrang auf. Das Rohr dient bei geringen Druckbelastungen in Rohrlängsrichtung einer elastischen, reversiblen Abstützung und nimmt bei größeren Belastungen unter bleibender Verformung irreversibel Energie auf.

**[0004]** Ferner ist in der DE 38 33 048 A1 ein Stossfänger für Kraftfahrzeuge beschrieben, der konisch angeordnete Prallrohre aus wenigstens einem Faserverbundwerkstoff aufweist. Die konisch zueinander mit radialem Abstand angeordneten Prallrohre sind derart angeordnet, dass sich ihre Längsachse zumindest annähernd in Fahrzeuglängsrichtung und damit in Fahrtrichtung erstreckt, wobei die Fasern zumindest im wesentlichen in Rohrlängsrichtung ausgerichtet sind. Als Fasern werden Glasfasern, Kohlenstofffasern oder Aramidfasern verwendet.

**[0005]** Daneben ist aus der DE 43 17 738 A1 ein zylindrisch ausgebildeter Energieabsorber aus faserverstärktem Verbundmaterial bekannt, bei dem die Faser zumindest in eine Umfangsrichtung des Körpers gewickelt ist. Ferner ist die Dicke des hohlförmig ausgebildeten Energieabsorbers in Axialrichtung in wenigstens zwei Stufen nach und nach ansteigend ausgebildet.

**[0006]** Ferner ist in EP 0 683 072 B1 ein weiterer hohlförmiger Stossabsorber beschrieben, der die Form einer Stufenpyramide aufweist bzw. dessen Mantelflächen terrassenförmig ausgebildet ist. Die Energieabsorption erfolgt hierbei überwiegend durch aufeinanderfolgende Schervorgänge, wobei der Werkstoff des Stossabsorbers aus formstabil verpresstem Faserwerkstoff besteht.

**[0007]** Die bekannten Anordnungen haben jedoch zum Großteil den Nachteil, dass ein hohes Energieaufnahmevermögen nur bei einem 0-Grad-Aufprall möglich

ist. Wirkt hingegen der Aufprall unter einem Winkel zur Längsrichtung des Absorberelements ein, so kommt es nicht zu einem gleichmäßigen Versagensverhalten.

**[0008]** Ferner ist es von Nachteil, dass die bekannten Anordnungen nur geringe Strukturintegrität aufweisen. Das heißt, die Struktur splittet beim Absorbieren der Aufprallenergie in große Bruchfragmente. Derartige Bruchfragmente stellen jedoch eine hohe Verletzungsgefahr dar und sind somit unerwünscht.

**[0009]** Ferner lässt sich das Crashverhalten der bekannten Strukturen nur schlecht kalkulieren und ein hoher experimenteller Aufwand ist erforderlich, um das Crashverhalten vorherzusagen.

**[0010]** Daneben ist bei manchen Bauteilen aus Faserverbundmaterial die Herstellung mit einem hohen Handarbeitsanteil verbunden, da aus flächigen Faserverbundhalbzeugen 3D-Strukturen gefertigt werden müssen. Dies bringt in der Regel nicht nur einen hohen Verschnitt des flächigen Halbzeugs mit sich, sondern führt auch zu einer langsamen und somit teuren Fertigung.

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Faserverbund-Crashstruktur mit reproduzierbarem Crashverhalten und optimaler Strukturintegrität zu schaffen, das zudem kostengünstig herstellbar ist.

**[0012]** Die Aufgabe wird gemäß einer ersten Ausführungsform durch eine Faserverbund-Crashstruktur, die einen ganz oder teilweise aus Faserverbundwerkstoff hergestellten Hohlkörper aufweist, gelöst, die sich erfindungsgemäße dadurch auszeichnet, dass innerhalb des Hohlkörpers im wesentlichen in dessen Längsrichtung verlaufend ein Stegelement angeordnet ist, wobei das Stegelement mit dem Hohlkörper im wesentlichen im Berührungsbereich von Stegelement und Hohlkörper derart miteinander verbunden ist, dass die Struktur durch Verstärkungselemente verstärkt ist.

**[0013]** Bei dieser Ausführungsform weist der Hohlkörper einen beliebigen Querschnitt auf. Zweckmäßig ist jedoch, dass der Querschnitt eine längliche, ovale, elliptische, kreisförmige oder eckige Form aufweist.

**[0014]** Die zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Faserverbund-Crashstruktur, bei der auf das Stegelement verzichtet werden kann, zeichnet sich dadurch aus, dass der Hohlkörper einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, und dass zur Verstärkung der Struktur in die Hohlkörperwand Verstärkungselemente eingeführt sind.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Crashstruktur aus Faserverbundwerkstoff hat neben der Gewichtsreduzierung den Vorteil einer hohen spezifischen Energieaufnahme. Auch bei einem Schrägaufprall weist das Bauteil eine hohe Strukturintegrität sowie ein optimales Crashverhalten auf. Daneben kann das Absorptionsverhalten gut vorhergesagt und auf einfache Weise an gewünschte Anforderungen angepasst werden.

**[0016]** Vorteilhafterweise sind die Verstärkungselemente im wesentlichen in Dickenrichtung der Hohlkörperwand verlaufend angeordnet. Aufgrund der Orientie-

rung der Verstärkungselemente wird der auf die Struktur wirkende Stoss optimal absorbiert und insbesondere die Energieaufnahme bei schrägem Aufprall wesentlich verbessert. Daneben weist eine derartig verstärkte Struktur eine bessere Strukturintegrität auf, so dass im Crashfall ein Ab- bzw. Aufsplitten von Bruchfragmenten vermieden wird.

[0017] Ferner ist es zweckmäßig die Verstärkungselemente ganz oder abschnittsweise in Umfangsrichtung des Hohlkörpers verlaufend sowie entlang dessen Längsrichtung anzuordnen.

[0018] Es ist von besonderem Vorteil, dass der Abstand der Verstärkungselemente sowohl in Umfangsrichtung des Hohlkörpers als auch in dessen Längsrichtung zum Anpassen der Energieaufnahmefähigkeit der Struktur variabel einstellbar ist. Das heißt, das Absorptionsverhalten ist auf einfache Weise - durch Variation der Dichte der Verstärkungselemente - an einen gewünschten Kraft-Weg-Verlauf anpassbar. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da im Gegensatz zu bekannten Strukturen bei einer Anpassung des Absorptionsverhalten kein neues Design und somit auch keine neuen Werkzeuge zur Herstellung der Struktur erforderlich sind. Dies stellt eine äußerst effektive, Kosten als auch Zeit sparende Form der Anpassung dar.

[0019] Zweckmäßigerweise werden die Verstärkungselemente durch Tuften in die Hohlkörperwand eingenäht bzw. das Stegelement und der Hohlkörper werden im wesentlichen im Berührungsbereich miteinander durch Tuften vernäht. Das Nähverfahren hat den Vorteil der einfachen Handhabbarkeit. Zudem ist es leicht in automatisierte Herstellungsabläufe integrierbar. Dies bedeutet, dass zumindest eine teilautomatisierte Fertigung möglich ist, so dass kürzere Fertigungszeiten und geringerer Personalaufwand erforderlich sind, was zu einer deutlichen Kostenreduktion führt.

[0020] Zweckmäßigerweise sind die Verstärkungselemente Nähfäden aus Glas- und Aramidfasern, wobei die Verwendung von Glasfasern kostengünstiger ist.

[0021] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, dass der Hohlkörper in Längsrichtung eine konische Form aufweist und eine variable, in Längsrichtung stufenförmig ausgebildete Wandstärke aufweist. Alternativ kann der Hohlkörper eine in Längsrichtung kontinuierlich zunehmende Wandstärke aufweisen. Dadurch wird auf bekannte Weise der Pegel der maximalen Krafteinwirkung eingestellt, so dass mit einfachen Mitteln ein Rückhaltesystem realisiert wird.

[0022] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der Hohlkörper aus einem Faserverbundgeflecht. Die Verwendung eines Faserverbundgeflechts ist aufgrund der endkonturnahen und automatisierten Fertigung zweckmäßig. Dabei kommt es kaum zu einem Verschnitt, wie das beispielsweise bei der Verwendung anderer 2D-Multiaxialgelege oder Gewebe der Fall ist, so dass zudem die Materialkosten reduziert werden. Aufgrund der teilautomatisierten Fertigung kommt es zudem zu kürzeren Fertigungszeiten bei ge-

ringerem Personalaufwand.

[0023] Bei der Ausführungsform mit Stegelement weist dieses zweckmäßigerweise ein doppeltes T-Profil auf, wobei T-förmige Abschnitte des Stegelements über einen Mittelbereich miteinander verbunden sind und die T-förmigen Abschnitte die näher benachbarten gegenüberliegenden Seitenflächen des Hohlkörpers miteinander verbindet. Auf diese Weise wird der Crashstruktur eine hohe Stabilität verliehen.

[0024] Es ist ferner vorteilhaft, dass das Stegelement ebenso wie der Hohlkörper aus Faserverbundwerkstoff besteht. Dabei ist es besonders zweckmäßig, dass das Stegelement aus einem vernähten Multiaxialgelege besteht, wobei die Faserausrichtungen des Multiaxialgeleges einen Winkel von 45° bezüglich der Längsausdehnung aufweist. Die Verwendung eines Multiaxialgeleges ermöglicht eine kraftlinienorientierte Anordnung. Die 45°-Orientierung ergibt eine optimale Schubfestigkeit und gewährleistet eine volle Funktionstüchtigkeit des Gesamtsystems auch bei winkligem Aufprall (Schrägaufprall). Zudem lässt sich ein derartiger T-Profil-Steg aus einem Multiaxialgelege relativ einfach und kostengünstig herstellen.

[0025] Vorzugsweise findet die erfindungsgemäße Crashstruktur als Crashlängsträger in einem Personenkraftfahrzeug Anwendung. Darüber hinaus kann die Faserverbund-Crashstruktur als Deformationselement in einem Flugzeug, einem Hubschrauber oder einem Schienenfahrzeug verwendet werden.

[0026] Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Abbildungen einer bevorzugten Ausführungsform in näheren Einzelheiten erläutert. In denen zeigt:

- Fig. 1 eine schematische, dreidimensionale Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Faserverbund-Crashstruktur;
- Fig. 2 eine dreidimensionale Darstellung eines innerhalb des Hohlkörpers angeordneten Stegelementes;
- Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht der in Fig. 1 dargestellten Faserverbund-Crashstruktur und
- Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt des Berührungsbereiches zwischen Stegelement und Hohlkörper.

[0027] Fig. 1 zeigt in dreidimensionaler Darstellung eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Faserverbund-Crashstruktur. Die Faserverbund-Crashstruktur besteht aus einem Hohlkörper 1 aus Faserverbundwerkstoff. Der Hohlkörper 1 hat vorzugsweise eine konische Form und besteht aus einem Fasergeflecht, das beispielsweise mit Hilfe einer Rundflechtmachine hergestellt wird. Das Geflecht wird üblicherweise auf einen geeignet geformten Dorn (nicht dargestellt) aufgebracht. Selbstverständlich kann der Hohlkörper auch aus anderen Faserverbundwerkstoffen bzw. mit ande-

ren Techniken hergestellt werden.

**[0028]** Die Wandstärke  $d$  der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist stufen- bzw. terrassenförmig ausgebildet. Dabei nimmt die Dicke  $d$  der Hohlkörperwand abschnittsweise von der konisch zulaufenden Seite 1a zur aufgeweiteten Seite 1b zu, wobei aus fertigungstechnischen Gründen es vorzuziehen ist, dass nur die Außenwand abschnittsweise dicker wird, wie in Fig. 1 dargestellt, da die Innenseite des Hohlkörpers 1 bei der Herstellung beispielsweise mittels Flechten kontinuierlich an dem nicht dargestellten Dorn anliegt. Durch das abschnittsweise Anwachsen der Wandstärke  $d$  wird der jeweilige Pegel maximaler Krafteinwirkung eingestellt, wodurch im wesentlichen ein Rückhaltesystem realisiert ist. Daneben kann auch in gleicher Weise ein Hohlkörper mit konstanter oder kontinuierlich anwachsender Wandstärke verwendet werden. Die genannten Beispiele dienen lediglich der Erläuterung und stellen keine Einschränkung dar.

**[0029]** Der Hohlkörper in Fig. 1 weist in X-Y-Ebene betrachtet einen länglichen Querschnitt auf, wobei zwei im wesentlichen parallel verlaufende Seitenflächen 4 und 5 über gekrümmte Bereiche 6 und 7 miteinander verbunden sind. Der Abstand der gegenüberliegenden Seitenflächen 4 und 5 ist dabei wesentlich kleiner als der der gegenüberliegenden gekrümmten Bereiche 7 und 6. Alternativ kann der Querschnitt des Hohlkörpers elliptisch bzw. oval ausgebildet sein. In diesem Fall sind die Seitenflächen 4 und 5 ebenso wie die Seitenflächen 7 und 6 gekrümmt ausgebildet, wobei der Krümmungsradius der Seitenflächen 4 und 5 jedoch wesentlich größer als der der Seitenflächen 7 und 6 ist. Daneben können je nach zur Verfügung stehendem Raum auch andere geeignete Querschnitte verwendet werden.

**[0030]** Fig. 1 zeigt ferner, dass im Inneren des Hohlkörpers 1 ein Stegelement 2 angeordnet ist, das sich im wesentlichen in Längsrichtung erstreckt. Die Längsrichtung entspricht dabei der in Fig. 1 mit Z bezeichneten Richtung. Das Stegelement 2 weist ein doppeltes T-Profil auf, wobei die mit Bezugsziffern 8 und 9 bezeichneten T-förmigen Abschnitte des Stegelements 2 in Berührung mit den Seitenflächen 4 bzw. 5 des Hohlkörpers 1 stehen. Die Abschnitte 8 und 9 des Stegelementes 2 berühren die Innenfläche des Hohlkörpers 1, so dass sich im Bereich der Seitenfläche 4 ein Berührungsbereich 10 sowie im Bereich der Seitenfläche 5 ein Berührungsbereich 11 ergibt. Die Berührungsbereiche 10 und 11 erstrecken sich dabei über die gesamte Längsrichtung Z des Stegelementes 2.

**[0031]** In Fig. 2 ist das Stegelement 2 separat in dreidimensionaler Darstellung gezeigt. Die T-förmig ausgebildeten Abschnitte des Stegelements 2 sind wiederum mit Bezugsziffern 8 und 9 bezeichnet. Das Stegelement 2 ist ebenso wie der Hohlkörper 1 aus einem Faserverbundwerkstoff hergestellt. Vorzugsweise besteht das Stegelement 2 aus einem vernähten Multiaxialgelege, dessen Fasern jeweils bevorzugt im 45° Winkel bezüg-

lich der Längsausrichtung Z ausgerichtet sind. Die 45° Ausrichtung der Fasern ist in Fig. 2 schematisch für den die T-förmigen Abschnitte 8 und 9 verbindenden Mittelbereich 2a angedeutet. Eine gleich Faserausrichtung kann für die T-förmigen Abschnitte 8, 9 verwendet werden. Eine derartige Ausrichtung der Fasern ist für die Energieabsorption des erfindungsgemäßen Crashelementes besonders geeignet für Schrägaufprall. Selbstverständlich kann die Ausrichtung der Fasern in gewünschter Weise an andere Krafteinwirkungen angepasst werden.

**[0032]** Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung eine Querschnittsansicht in X-Y Ebene, der in Fig. 1 dargestellten Faserverbund-Crashstruktur. Das Stegelement 2 ist mit seinen T-förmigen Abschnitten 8, 9 in Berührung mit der Innenseite des Hohlkörpers 1 und mit dem Hohlkörper 1 vernäht. Durch das Vernähen, das hauptsächlich in dem im wesentlichen in Z-Richtung verlaufenden Berührungsbereich 10 und 11 erfolgt, werden Verstärkungselemente 12 in die Struktur eingeführt. Das Vernähen kann aber auch über diese Bereiche jeweils in Umfangsrichtung verlaufend erweitert werden, was in der Fig. 3 schematisch durch einen erweiterten Bereich 10a bzw. 11a angedeutet ist. Die Umfangsrichtung ist in Fig. 3 schematisch durch Pfeilrichtungen U angegeben. Selbstverständlich können die in Form von Nähfäden eingeführten Verstärkungselemente 12 auch über den gesamten Umfang des Hohlkörpers 1 angeordnet sein. In diesem Fall erstrecken sich entsprechend die sogenannten erweiterten Bereiche über den gesamten Umfang.

**[0033]** Das Vernähen erfolgt vorzugsweise durch Tufte. Dies hat den Vorteil, dass keine Verschlingung auf der Nährückseite - also auf der Hohlkörperinnenseite - entsteht. Die Verstärkungselemente bzw. Nähfäden 12 werden quasi stiftförmig, senkrecht zur Außenwand des Hohlkörpers 1 verlaufend in die Berührungsbereiche 10, 11 bzw. 10a, 11a eingeführt. Dies bedeutet, dass die Verstärkungselemente 12 im wesentlichen in Dickenrichtung der Hohlkörperwand verlaufen. Die Dickenrichtung ist in Fig. 3 durch Pfeilrichtungen D angegeben. Sie verläuft also in der X-Y-Ebene.

**[0034]** Als Nähfäden dienen typischerweise Glasfasern oder Aramidfasern. Aufgrund der in Dickenrichtung D verlaufenden Fasern wird das Energieabsorptionsverhalten der Faserverbund-Crashstruktur wesentlich verbessert und optimiert. Zudem wird durch das Anbringen der Verstärkungselemente eine Delamination von Stegelement 2 und Hohlkörper 1 im Crashfall vermieden. Dies bedeutet, dass die erfindungsgemäße Crashstruktur eine hohe Strukturintegrität aufweist, d. h., dass kein Absplittern großer Bruchfragmente im Crashfall auftritt. Es erfolgt ein gleichmäßiges Zerbröseln der aus Faserverbundwerkstoff hergestellten Struktur. Aufgrund der Faserverstärkung wird somit eine hohe spezifische Energieaufnahme bei optimalem Crashverhalten erzielt.

**[0035]** Ferner ist anzumerken, dass das Crashverhal-

ten auf einfache Weise angepasst bzw. variiert werden kann, beispielsweise durch Ändern des Stichabstandes. Dies führt zu einer unterschiedlichen Dichte der in Dickenrichtung verlaufenden Fasern. Mit anderen Worten, aufgrund der Änderung des Abstandes der Fasern kann das Absorptionsverhalten des erfindungsgemäßen Crashelements auf einfache Art und Weise angepasst werden. Dies ist insofern von Vorteil, da bei bisherigen Crashstrukturen bei einer erneuten Optimierung ein neues Design erforderlich ist, und damit auch neue Herstellungswerkzeuge, was einen großen Herstellungsaufwand und damit auch einen langen Bearbeitungszyklus erfordert. Dagegen kann bei der erfindungsgemäßen Struktur die Form des Hohlkörpers sowie des Stegelementes beibehalten werden. Lediglich der Abstand der faserförmigen Verstärkungselemente 12 wird variiert. Die Variation der gegenseitigen Beabstandung der einzelnen Fasern kann selbstverständlich sowohl in Z-Richtung als auch in Umfangsrichtung U variiert werden. Dies ist schematisch in Fig. 4 dargestellt, in der der Berührungsbereich 10 bzw. der erweiterte Berührungsbereich 10a in dreidimensionaler Darstellung vergrößert dargestellt ist. Selbstverständlich können neben der in Fig. 4 dargestellten Dichtevariation je nach Anforderung auch beliebig andere Variationen gewählt werden.

[0036] Daneben hat die erfindungsgemäße Faserverbund-Crashstruktur den Vorteil, dass sie kostengünstig herstellbar ist. Zunächst wird das Stegelement, wie bereits beschrieben, z.B. aus vernähtem Multiaxialgelege hergestellt. Anschließend wird das Stegelement 2 durch entsprechend geformte Kerne gehalten. Der Außenumfang der Kerne ist dabei so gestaltet, dass er der konischen Form des Hohlkörpers 1 entspricht und als Dorn für den nächsten Bearbeitungsschritt dient. Auf diesen aus den Kernelementen bestehenden Dorn wird anschließend der Hohlkörper durch Flechten aufgebracht. Das Flechten kann beispielsweise mit einer Rundflechtmaschine erfolgen. Anschließend wird das Stegelement mit dem Hohlkörper, wie oben beschrieben, vernäht. Dabei kann der Dorn entweder innerhalb des Hohlkörpers verbleiben, was insbesondere für einen anschließenden Transport empfehlenswert ist, er kann jedoch auch entfernt werden. Vor dem abschließend Imprägnieren der Faserverbund-Crashstruktur wird der Dorn entfernt. Der Imprägniervorgang erfolgt beispielsweise mittels RTM (Reaction Transfer Molding) oder mittels RI (Resin Injection)

[0037] Abschließend sei angemerkt, dass gemäß einer weiteren Ausführungsform der Hohlkörper einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, so dass gegebenenfalls auf das Stegelement verzichtet werden kann. In diesem Fall werden die in Dickenrichtung verlaufenden Verstärkungselemente, die in Umlaufrichtung U als auch in Längsrichtung Z angeordnet sind, durch Nähen an gewünschte Stellen in die Hohlkörperwand eingeführt. Im übrigen unterscheidet sich die zweite Ausführungsform nicht von der im Zusammenhang mit Fig. 1-4

beschriebenen ersten Ausführungsform.

[0038] Die erfindungsgemäße Faserverbund-Crashstruktur findet insbesondere als Crashlängsträger in Personenkraftwagen Anwendung. Daneben können auch andere Hohlkörperformen verwendet werden, die beispielsweise als Deformationselement in der Flugzeugtechnik, Hubschraubertechnik oder bei Schienenfahrzeugen in analoger Weise Anwendung finden.

## Patentansprüche

1. Faserverbund-Crashstruktur, umfassend einen ganz oder teilweise aus Faserverbundwerkstoff hergestellten Hohlkörper (1),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
innerhalb des Hohlkörpers (1) im wesentlichen in dessen Längsrichtung (Z) verlaufend ein Stegelement (2) angeordnet ist, wobei das Stegelement (2) mit dem Hohlkörper (1) im wesentlichen im Berührungsbereich (10, 11; 10a, 11a) von Stegelement (2) und Hohlkörper (1) derart miteinander verbunden ist, dass die Struktur durch Verstärkungselemente (12) verstärkt ist.
2. Faserverbund-Crashstruktur, umfassend einen ganz oder teilweise aus Faserverbundwerkstoff hergestellten Hohlkörper (1),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Hohlkörper (1) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, und dass zur Verstärkung der Struktur in die Hohlkörperwand Verstärkungselemente (12) eingeführt sind.
3. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Verstärkungselemente (12) im wesentlichen in Dickenrichtung (D) der Hohlkörperwand verlaufend angeordnet sind.
4. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Verstärkungselemente (12) ganz oder abschnittsweise in Umfangsrichtung (U) des Hohlkörpers (1) verlaufend sowie entlang dessen Längsrichtung (Z) angeordnet sind.
5. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Abstand der Verstärkungselemente (12) sowohl in Umfangsrichtung (U) als auch in Längsrichtung (Z) des Hohlkörpers (1) zum Einstellen der Energieaufnahme-fähigkeit der Struktur variabel einstellbar ist.

6. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stegelement (2) mit dem Hohlkörper (1) im wesentlichen im Berührungsbereich (10, 11; 10a, 11a) durch Tuften miteinander vernäht ist. 5
7. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungselemente (12) durch Tuften in die Hohlkörperwand eingenäht sind. 10
8. Faserverbund-Crashstruktur nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungselemente (12) Nähfäden aus Glas- oder Aramidfasern sind. 15
9. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) einen länglichen, ovalen, elliptischen, kreisförmigen, eckigen oder einen anderen geeigneten Querschnitt aufweist. 20
10. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) in Längsrichtung (Z) eine konische Form aufweist. 25
11. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) eine variable, in Längsrichtung (Z) stufenförmig ausgebildete Wandstärke (d) aufweist. 30 35
12. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) eine in Längsrichtung (Z) kontinuierlich zunehmende Wandstärke (d) aufweist. 40
13. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) ein Faserverbundgeflecht ist. 45
14. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stegelement (2) ein doppeltes T-Profil aufweist, wobei T-förmige Abschnitte (8, 9) des Stegelementes (2) über einen Mittelbereich (2a) miteinander verbunden sind. 50
15. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die T-förmigen Abschnitte (8, 9) des Stegelementes (2) die näher benachbarten gegenüberliegenden 55
- Seitenflächen (4, 5) des Hohlkörpers (1) miteinander verbinden.
16. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stegelement (2) aus einem Faserverbundwerkstoff besteht.
17. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stegelement (2) ein vernähtes Multiaxialgelege ist.
18. Faserverbund-Crashstruktur nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Multiaxialgewebe eine Faserausrichtung von 45° bezüglich der Längsrichtung (Z) des Stegelements (2) aufweist.
19. Verwendung der Faserverbund-Crashstrukturen nach einem der vorangegangenen Ansprüche als Crashlängsträger in einem Personenkraftfahrzeug.
20. Verwendung der Faserverbund-Crashstrukturen nach einem der Ansprüche 1 bis 18 in einem Flugzeug, einem Hubschrauber oder in einem Schienenfahrzeug.

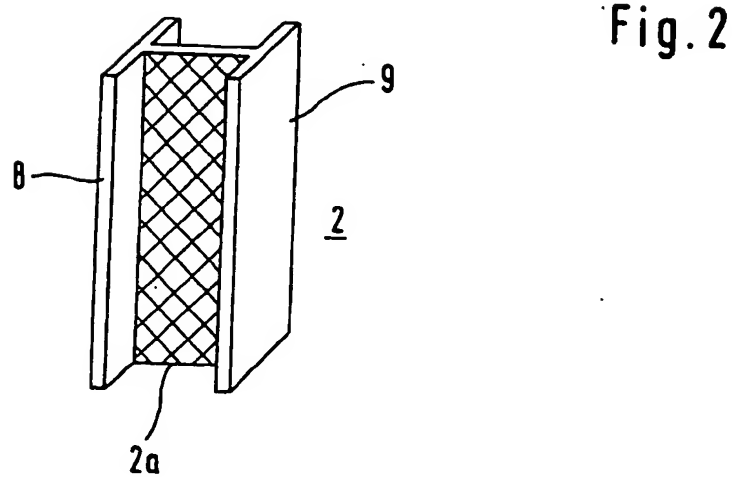
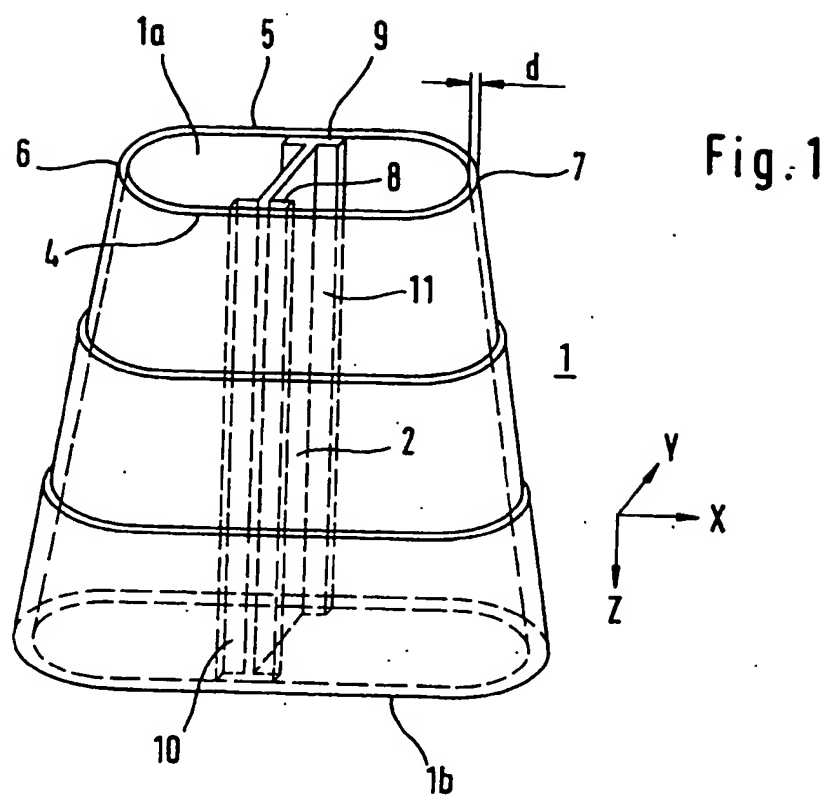


Fig. 3

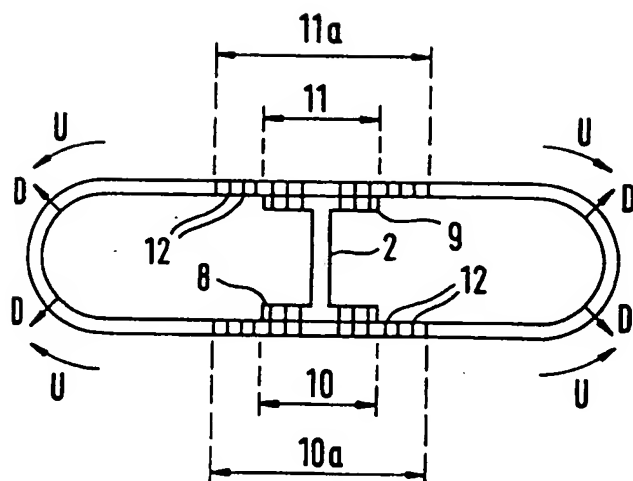
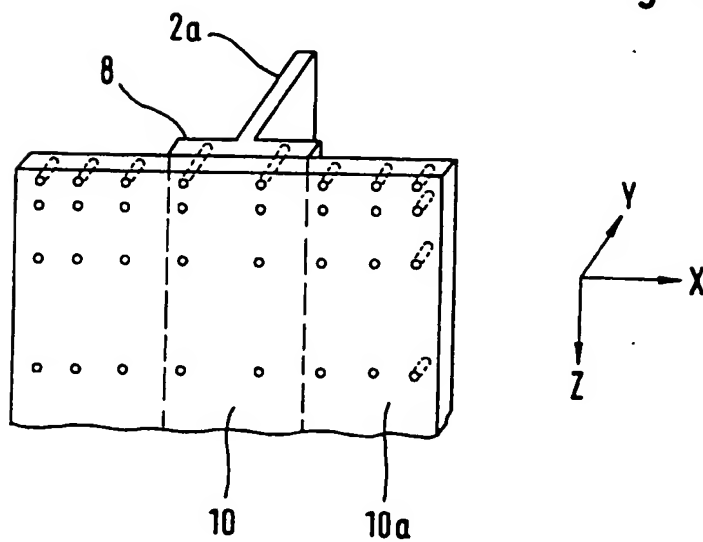


Fig. 4







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 02 5970

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,X	DE 30 49 425 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 8. Juli 1982 (1982-07-08) * Ansprüche 1-7; Abbildung 2 *	2	B29C70/24 B29C65/00 F16F7/00 B60R19/03
A	FR 2 761 434 A (NANTES ECOLE CENTRALE) 2. Oktober 1998 (1998-10-02) * Ansprüche 1,9; Abbildung 1 *	1-20	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 01, 28. Februar 1995 (1995-02-28) & JP 06 286537 A (KOBEL STEEL LTD), 11. Oktober 1994 (1994-10-11) * Zusammenfassung *	1-20	
A	US 6 129 962 A (NOLET STEPHEN C ET AL) 10. Oktober 2000 (2000-10-10) * Spalte 1, Zeile 39 - Zeile 43 * * Spalte 8, Zeile 64 - Spalte 9, Zeile 14; Abbildung 11 *	1-20	
A	US 4 768 323 A (JUMEL JEAN-PIERRE ET AL) 6. September 1988 (1988-09-06) * Ansprüche 4-7; Abbildungen 2,4 *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B29C B60R F16F
A	US 5 827 383 A (CAMPBELL THOMAS G ET AL) 27. Oktober 1998 (1998-10-27) * Anspruch 1; Abbildungen 4-6 *	1-20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>18. März 2003</b>	Prüfer <b>Pierre, N</b>
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 5970

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3049425 A	08-07-1982	DE 3049425 A1	08-07-1982
		EP 0055364 A1	07-07-1982
		JP 57124142 A	02-08-1982
		US 4601367 A	22-07-1986
FR 2761434 A	02-10-1998	FR 2761434 A1	02-10-1998
JP 06286537 A	11-10-1994	KEINE	
US 6129962 A	10-10-2000	US 5888601 A	30-03-1999
		US 5556677 A	17-09-1996
		US 5549947 A	27-08-1996
		US 5688571 A	18-11-1997
		CA 2139692 A1	08-07-1995
		EP 0662391 A2	12-07-1995
		JP 7223272 A	22-08-1995
		US 5580626 A	03-12-1996
		WO 9703820 A1	06-02-1997
US 4768323 A	06-09-1988	FR 2586374 A1	27-02-1987
		DE 3660990 D1	01-12-1988
		EP 0211771 A1	25-02-1987
		WO 8701069 A1	26-02-1987
		JP 63500579 T	03-03-1988
US 5827383 A	27-10-1998	CA 2229996 A1	27-02-1997
		US 5789061 A	04-08-1998
		US 5589015 A	31-12-1996
		AU 3411395 A	12-03-1997
		EP 0863811 A1	16-09-1998
		JP 2986220 B2	06-12-1999
		JP 10511052 T	27-10-1998
		WO 9706948 A1	27-02-1997
		US 5800672 A	01-09-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

DERWENT-ACC-NO: 2003-647826

DERWENT-WEEK: 200363

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Hollow fiber composite crash energy  
absorber for passenger vehicles, comprises a hollow  
outer fiber body and internal beam-shaped section  
stitched onto body by reinforcement fibers

INVENTOR: BECHTOLD, M; DRECHSLER, K ; MAIDL, F ; MOELTGEN, B  
; STRACHAUER, F

PATENT-ASSIGNEE: DAIMLERCHRYSLER AG[DAIM] , DAIMLER-BENZ  
AG[DAIM]

PRIORITY-DATA: 2001DE-1059067 (December 1, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	MAIN-IPC	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2003262246 A	007	F16F 007/12	September 19, 2003	N/A
<b>EP 1316409</b> A1	010	B29C 070/24	June 4, 2003	G
DE 10159067 A1	000	F16F 007/12	June 26, 2003	N/A

DESIGNATED-STATES: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR IE IT LI LT LU  
LV MC MK NL PT RO SE SI SK TR

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP2003262246A	December 2, 2002	N/A	2002JP-0350013
EP 1316409A1	November 21, 2002	N/A	2002EP-0025970
DE 10159067A1	December 1, 2001	N/A	2001DE-1059067

INT-CL (IPC): B29C065/00, B29C070/24 , B60R019/03 ,  
B60R019/04 ,  
B60R021/02 , B61D017/00 , B61F019/04 , B62D021/00 ,  
B64C001/00 ,  
B64C027/00 , F16F007/00 , F16F007/12

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 1316409A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The fiber reinforcement comprises a hollow outer body (1) with an internal beam section (2) extending in the longitudinal direction (Z).

Increased structural integrity is achieved by reinforcing elements connecting the beam section and walls at their contact points (10,11).

DETAILED DESCRIPTION - Preferred Features: Reinforcing elements comprise stitching fibers and are inserted into the body wall so that they pass either through the wall thickness or run circumferentially and in the longitudinal direction. Spacing of the reinforcing elements can be varied to determine the impact energy absorption of the structure. The beam section and hollow outer body may be sewn together by tufting or the reinforcing fibers are sewn into the outer body wall by tufting.

USE - For crash impact resistance in the longitudinal supporting structure of a passenger car or in an aircraft, helicopter or rail vehicle(all claimed).

ADVANTAGE - The structure gives reproducible crash behavior with optimum structural integrity and can be manufactured economically.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a three-dimensional view of one form of the crash energy absorber.

outer body 1

I-beam 2

sidewalls 4,5

beam/body contact points 10,11

wall thickness d

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: HOLLOW COMPOSITE CRASH ENERGY ABSORB PASSENGER  
VEHICLE COMPRISE

HOLLOW OUTER BODY INTERNAL BEAM SHAPE SECTION  
STITCH BODY

REINFORCED FIBRE

DERWENT-CLASS: A32 A95 Q17 Q63

CPI-CODES: A05-F05; A12-S05A; A12-T03; A12-T04;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0737\*R P0635 H0293 F70 D01 D18 ; S9999 S1207 S1070

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; K9892 ; K9416 ; N9999 N6246 ; Q9999 Q7954

Q7885 ; Q9999

Q9223 Q9212 ; Q9999 Q9234 Q9212 ; Q9999 Q9289 Q9212

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2003-177377

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-515418

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**